

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-324942  
 (43)Date of publication of application : 14.11.2003

(51)Int.CI.

H02M 3/155  
B60L 9/18

(21)Application number : 2002-132821

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 08.05.2002

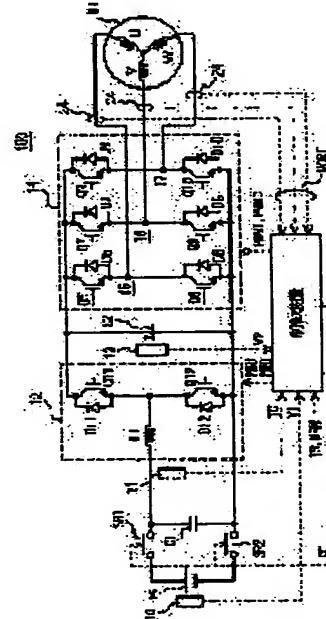
(72)Inventor : KOMATSU MASAYUKI

**(54) VOLTAGE CONVERTER, METHOD FOR DRIVING VOLTAGE CONVERTER AND COMPUTER READABLE RECORDING MEDIUM RECORDING PROGRAM FOR PERFORMING DRIVE OF VOLTAGE CONVERTER AT COMPUTER**

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a voltage converter which converts a DC voltage into an output voltage by suppressing a change in a tone.

**SOLUTION:** The voltage converter comprises a step-up converter 12, and a controller 30. The controller 30 receives the temperature TC of the converter 12 from a temperature sensor 11, and extracts a target frequency of an NPN transistor Q12 suitable for the received temperature TC. The controller 30 drives the transistor Q12 while a carrier frequency is switched continuously or stepwise from the present frequency to the target frequency when the present frequency is deviated from the target frequency.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 09.05.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C) 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2003-324942  
(P2003-324942A)

(43) 公開日 平成15年11月14日 (2003.11.14)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup> H 02 M 3/155 B 60 L 9/18	識別記号 ZHV	F I H 02 M 3/155 B 60 L 9/18	テ-マコ-ト <sup>8</sup> (参考) P 5 H 11 5 ZHV J 5 H 7 3 0
--	-------------	------------------------------------	---

審査請求 未請求 請求項の数19 O.L. (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2002-132821(P2002-132821)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(22) 出願日 平成14年5月8日 (2002.5.8)

(72) 発明者 小松 雅行

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100064746

弁理士 深見 久郎 (外5名)

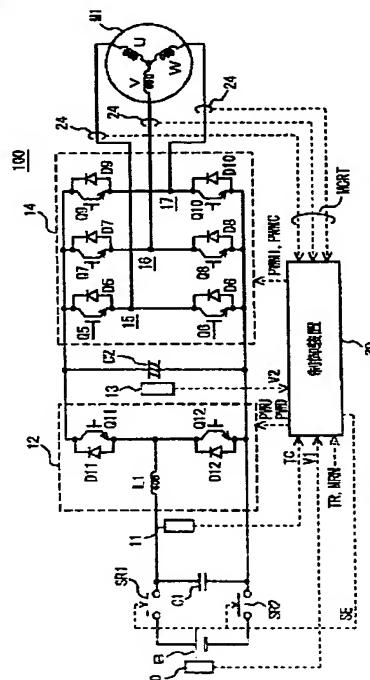
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電圧変換装置、電圧変換装置の駆動方法、電圧変換装置の駆動をコンピュータに実行させるプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 音色の変化を抑制して直流電圧を出力電圧に変換する電圧変換装置を提供する。

【解決手段】 電圧変換装置は、昇圧コンバータ12と制御装置30とを備える。制御装置30は、昇圧コンバータ12の温度TCを温度センサー11から受け、その受けた温度TCに適したNPNトランジスタQ12の目標周波数を抽出する。そして、制御装置30は、現在の周波数が目標周波数からはずれているとき、キャリア周波数を現在の周波数から目標周波数まで連続的または複数段に切換えながらNPNトランジスタQ12を駆動する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 リアクトルと半導体スイッチ素子とを含み、直流電源からの直流電流を前記半導体スイッチ素子によりスイッチングして前記リアクトルに電力を蓄積し、その蓄積した電力に応じて電圧レベルを変えた出力電圧を出力する電圧変換器と、前記半導体スイッチ素子が前記直流電流をスイッチングするときのキャリア周波数が前記半導体スイッチ素子の現在の駆動状態に適した目標周波数からずれているとき、前記キャリア周波数を現在の周波数から前記目標周波数まで連続的または複数段に切換えるながら供給し、前記半導体スイッチ素子を駆動する駆動手段とを備える、電圧変換装置。

【請求項2】 前記半導体スイッチ素子の駆動状態を検出する検出手段をさらに備え、

前記駆動手段は、前記検出手段により検出された駆動状態を受け、その受けた駆動状態に基づいて前記現在の周波数の前記目標周波数からのずれを検出する、請求項1に記載の電圧変換装置。

【請求項3】 前記検出手段は、前記半導体スイッチ素子の駆動状態として前記電圧変換器の温度を検出する、請求項2に記載の電圧変換装置。

【請求項4】 前記駆動手段は、前記温度と前記温度に適した目標周波数との関係を示すマップを保持しており、前記マップに基づいて前記検出手段により検出された温度に適した目標周波数を抽出して前記ずれを検出する、請求項3に記載の電圧変換装置。

【請求項5】 前記検出手段は、前記半導体スイッチ素子の駆動状態として前記電圧変換器に流れる電流を検出する、請求項2に記載の電圧変換装置。

【請求項6】 前記駆動手段は、前記電流と前記電流に適した目標周波数との関係を示すマップを保持しており、前記マップに基づいて前記検出手段により検出された電流に適した目標周波数を抽出して前記ずれを検出する、請求項5に記載の電圧変換装置。

【請求項7】 前記駆動手段は、前記ずれが所定値よりも大きいとき、前記キャリア周波数を前記現在の周波数から前記目標周波数まで切換える速度を前記ずれが前記所定値よりも小さいときの前記キャリア周波数の切換速度よりも速くする、請求項2から請求項6のいずれか1項に記載の電圧変換装置。

【請求項8】 直流電源からの直流電流を半導体スイッチ素子によりスイッチングしてリアクトルに電力を蓄積し、その蓄積した電力に応じて電圧レベルを変えた出力電圧を出力する電圧変換装置の駆動方法であって、前記半導体スイッチ素子の駆動状態を検出する第1のステップと、前記検出された駆動状態に適した前記スイッチングにおけるキャリア周波数の目標周波数を検出する第2のステップと、

前記キャリア周波数の現在の周波数が前記目標周波数からずれているか否かを判定する第3のステップと、前記現在の周波数が前記目標周波数からずれているとき、前記キャリア周波数を前記現在の周波数から前記目標周波数まで連続的または複数段に切換えるながら供給し、前記半導体スイッチ素子を駆動する第4のステップとを含む電圧変換装置の駆動方法。

【請求項9】 前記第1のステップにおいて、前記半導体スイッチ素子の駆動状態として前記電圧変換装置の温度を検出する、請求項8に記載の電圧変換装置の駆動方法。

【請求項10】 前記第2のステップにおいて、前記目標周波数は、前記温度と前記温度に適した目標周波数との関係を示すマップを参照して検出される、請求項9に記載の電圧変換装置の駆動方法。

【請求項11】 前記第1のステップにおいて、前記半導体スイッチ素子の駆動状態として前記電圧変換装置に流れる電流を検出する、請求項8に記載の電圧変換装置の駆動方法。

【請求項12】 前記第2のステップにおいて、前記目標周波数は、前記電流と前記電流に適した目標周波数との関係を示すマップを参照して検出される、請求項11に記載の電圧変換装置の駆動方法。

【請求項13】 前記第4のステップにおいて、前記ずれが所定値よりも大きいとき、前記キャリア周波数を前記現在の周波数から前記目標周波数まで切換える速度を前記ずれが前記所定値よりも小さいときの前記キャリア周波数の切換速度よりも速くする、請求項8から請求項12のいずれか1項に記載の電圧変換装置の駆動方法。

【請求項14】 直流電源からの直流電流を半導体スイッチ素子によりスイッチングしてリアクトルに電力を蓄積し、その蓄積した電力に応じて電圧レベルを変えた出力電圧を出力する電圧変換装置の駆動をコンピュータに実行させるプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体であって、

前記半導体スイッチ素子の駆動状態を検出する第1のステップと、前記検出された駆動状態に適した前記スイッチングにおけるキャリア周波数の目標周波数を検出する第2のステップと、

前記キャリア周波数の現在の周波数が前記目標周波数からずれているか否かを判定する第3のステップと、前記現在の周波数が前記目標周波数からずれているとき、前記キャリア周波数を前記現在の周波数から前記目標周波数まで連続的または複数段に切換えるながら供給し、前記半導体スイッチ素子を駆動する第4のステップとをコンピュータに実行させるプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【請求項15】 前記第1のステップにおいて、前記半導体スイッチ素子の駆動状態として前記電圧変換装置の

温度を検出する、請求項14に記載のコンピュータに実行させるプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【請求項16】前記第2のステップにおいて、前記目標周波数は、前記温度と前記温度に適した目標周波数との関係を示すマップを参照して検出される、請求項15に記載のコンピュータに実行させるプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【請求項17】前記第1のステップにおいて、前記半導体スイッチ素子の駆動状態として前記電圧変換装置に流れる電流を検出する、請求項14に記載のコンピュータに実行させるプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【請求項18】前記第2のステップにおいて、前記目標周波数は、前記電流と前記電流に適した目標周波数との関係を示すマップを参照して検出される、請求項17に記載のコンピュータに実行させるプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【請求項19】前記第4のステップにおいて、前記ずれが所定値よりも大きいとき、前記キャリア周波数を前記現在の周波数から前記目標周波数まで切換える速度を前記ずれが前記所定値よりも小さいときの前記キャリア周波数の切換速度よりも速くする、請求項14から請求項18のいずれか1項に記載のコンピュータに実行させるプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、直流電源からの直流電圧を出力電圧に変換する電圧変換装置、電圧変換装置の駆動方法、および電圧変換装置の駆動をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体に関するものである。

##### 【0002】

【従来の技術】最近、環境に配慮した自動車としてハイブリッド自動車 (Hybrid Vehicle) および電気自動車 (Electric Vehicle) が大きな注目を集めている。そして、ハイブリッド自動車は、一部、実用化されている。

【0003】このハイブリッド自動車は、従来のエンジンに加え、直流電源とインバータとインバータによって駆動されるモータとを動力源とする自動車である。つまり、エンジンを駆動することにより動力源を得るとともに、直流電源からの直流電圧をインバータによって交流に変換し、その変換した交流によりモータを回転することによって動力源を得るものである。また、電気自動車は、直流電源とインバータとインバータによって駆動されるモータとを動力源とする自動車である。

【CCC4】このようなハイブリッド自動車または電気自動車においては、直流電源からの直流電圧を昇圧するインバータによって昇圧し、その昇圧した直流電圧がモータを駆動するインバータに供給される。

【0005】すなわち、ハイブリッド自動車または電気自動車は、図10に示すモータ駆動装置を搭載している。図10を参照して、モータ駆動装置300は、直流電源Bと、システムリレーSR1, SR2と、コンデンサC1, C2と、双方向コンバータ310と、電圧センサー320と、インバータ330とを備える。

【0006】直流電源Bは、直流電圧を出力する。システムリレーSR1, SR2は、制御装置(図示せず)によってオンされると、直流電源Bからの直流電圧をコンデンサC1に供給する。コンデンサC1は、直流電源BからシステムリレーSR1, SR2を介して供給された直流電圧を平滑化し、その平滑化した直流電圧を双方向コンバータ310へ供給する。

【0007】双方向コンバータ310は、リクトル311と、NPNトランジスタ312, 313と、ダイオード314, 315とを含む。リクトル311の一方端は直流電源Bの電源ラインに接続され、他方端はNPNトランジスタ312とNPNトランジスタ313との中間点、すなわち、NPNトランジスタ312のエミッタとNPNトランジスタ313のコレクタとの間に接続される。NPNトランジスタ312, 313は、電源ラインとアースラインとの間に直列に接続される。そして、NPNトランジスタ312のコレクタは電源ラインに接続され、NPNトランジスタ313のエミッタはアースラインに接続される。また、各NPNトランジスタ312, 313のコレクターエミッタ間には、エミッタ側からコレクタ側へ電流を流すダイオード314, 315が配置されている。

【0008】双方向コンバータ310は、制御装置(図示せず)によってNPNトランジスタ312, 313がオン/オフされ、コンデンサC1から供給された直流電圧を昇圧して出力電圧をコンデンサC2に供給する。また、双方向コンバータ310は、モータ駆動装置300が搭載されたハイブリッド自動車または電気自動車の回生制動時、交流モータM1によって発電され、インバータ330によって変換された直流電圧を降圧してコンデンサC1へ供給する。

【0009】コンデンサC2は、双方向コンバータ310から供給された直流電圧を平滑化し、その平滑化した直流電圧をインバータ330へ供給する。電圧センサー320は、コンデンサC2の両側の電圧、すなわち、双方向コンバータ310の出力電圧Vcを検出する。

【0010】インバータ330は、コンデンサC2から直流電圧が供給されると制御装置(図示せず)からの制御に基づいて直流電圧を交流電圧に変換して交流モータM1を駆動する。これにより、交流モータM1は、トルク指令値によって指定されたトルクを発生するように駆動される。また、インバータ330は、モータ駆動装置

300が搭載されたハイブリッド自動車または電気自動車の回生制動時、交流モータM1が発電した交流電圧を制御装置からの制御に基づいて直流電圧に変換し、その変換した直流電圧をコンデンサC2を介して双方向コンバータ310へ供給する。

【0011】 双方向コンバータ310を駆動する信号のキャリア周波数に対してNPNトランジスタ313の温度特性とリアクトル311の温度特性とが相互に異なる。すなわち、NPNトランジスタ313は、キャリア周波数を下げるとき発熱が減少する。一方、リアクトル311は、キャリア周波数を上げると発熱が減少する。そして、リアクトル311は、熱容量が大きいため大電流が流れても短時間であれば温度上昇幅が小さいが、NPNトランジスタ313は、熱容量が小さいため大電流が流れる時間が短時間であっても温度上昇幅が大きい。

【0012】 双方向コンバータ310の全体としては、キャリア周波数が高い方が電圧変換の効率が良いので、双方向コンバータ310は、通常時、キャリア周波数を上げて駆動され、大電流が短時間でも流れるとときはNPNトランジスタ313における温度上昇を防止するためにキャリア周波数を下げる駆動される。

#### 【0013】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、キャリア周波数を切換えるとき、キャリア周波数の変動幅が大きいと、リアクトルの騒音もキャリア周波数に依存して発生するので、音色の変化が顕著になり、結果的に騒音を感じる、あるいは音色の変化が著しい違和感として感じられるという問題がある。

【0014】 そこで、この発明は、かかる問題を解決するためになされたものであり、その目的は、音色の変化を抑制して直流電圧を出力電圧に変換する電圧変換装置を提供することである。

【0015】 また、この発明の別の目的は、音色の変化を抑制して直流電圧を出力電圧に変換する電圧変換装置の駆動方法を提供することである。

【0016】 さらに、この発明の別の目的は、音色の変化を抑制して直流電圧を出力電圧に変換する電圧変換装置の駆動をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体を提供することである。

#### 【0017】

【課題を解決するための手段および発明の効果】 この発明によれば、電圧変換装置は、リアクトルと半導体スイッチ素子とを含み、直流電源からの直流電流を半導体スイッチ素子によりスイッチングしてリアクトルに電力を蓄積し、その蓄積した電力に応じて電圧レベルを変えた出力電圧を出力する電圧変換器と、半導体スイッチ素子が直流電流をスイッチングするときのキャリア周波数が半導体スイッチ素子の現在の駆動状態に適した目標周波数からずれているとき、キャリア周波数を現在の周波数

から目標周波数まで連続的または複数段に切換えながら供給し、半導体スイッチ素子を駆動する駆動手段とを備える。

【0018】 直流電源からの直流電流をスイッチングしてリアクトルに直流電力を蓄積し、その蓄積した直流電力に応じた出力電圧を出力する電圧変換装置において、直流電流をスイッチングする半導体スイッチ素子は、その駆動状態に適したキャリア周波数によって直流電流をスイッチングする。そして、駆動手段は、半導体スイッチ素子が直流電流をスイッチングするキャリア周波数が半導体スイッチ素子の駆動状態に適した目標周波数からずれているとき、キャリア周波数を目標周波数まで徐々に切換えながら半導体スイッチ素子を駆動する。

【0019】 したがって、この発明によれば、音色の変化を抑制して直流電圧を出力電圧に変換できる。

【0020】 好ましくは、電圧変換装置は、半導体スイッチ素子の駆動状態を検出する検出手段をさらに備え、駆動手段は、検出手段により検出された駆動状態を受け、その受けた駆動状態に基づいて現在の周波数の目標周波数からのずれを検出する。

【0021】 半導体スイッチ素子の駆動状態が検出され、その検出された駆動状態に適した目標周波数が抽出される。そして、現在の周波数の目標周波数からのずれが検出され、キャリア周波数が現在の周波数から目標周波数まで徐々に切換えられる。

【0022】 したがって、この発明によれば、半導体スイッチ素子の駆動状態に適した目標周波数を正確に抽出できる。

【0023】 より好ましくは、検出手段は、半導体スイッチ素子の駆動状態として電圧変換器の温度を検出する。

【0024】 半導体スイッチ素子の駆動状態として半導体スイッチ素子の特性に大きく影響する温度が検出される。そして、検出された温度に適した目標周波数が抽出され、キャリア周波数が現在の周波数から目標周波数へ徐々に切換えられる。

【0025】 したがって、この発明によれば、半導体スイッチ素子の駆動状態を容易に検出できる。

【0026】 さらに好ましくは、駆動手段は、温度と温度に適した目標周波数との関係を示すマップを保持しており、マップに基づいて検出手段により検出された温度に適した目標周波数を抽出して現在の周波数と目標周波数とのずれを検出する。

【0027】 温度が検出され、その検出された温度に対応する目標周波数がマップを参照して抽出される。

【0028】 したがって、この発明によれば、目標周波数を容易に抽出できる。より好ましくは、検出手段は、半導体スイッチ素子の駆動状態として電圧変換器に流れれる電流を検出する。

【0029】 半導体スイッチ素子の駆動状態として、半

半導体スイッチ素子に実際に流れる電流が検出される。そして、検出された温度に適した目標周波数が抽出され、キャリア周波数が現在の周波数から目標周波数へ徐々に切換えられる。

【0030】したがって、この発明によれば、半導体スイッチ素子の駆動状態を正確に検出できる。

【0031】さらに好ましくは、駆動手段は、電流と電流に適した目標周波数との関係を示すマップを保持しており、マップに基づいて検出手段により検出された電流に適した目標周波数を抽出して現在の周波数と目標周波数とのずれを検出する。

【0032】半導体スイッチ素子に流れる電流が検出され、その検出された電流に対応する目標周波数がマップを参照して検出される。

【0033】さらに好ましくは、駆動手段は、現在の周波数と目標周波数とのずれが所定値よりも大きいとき、キャリア周波数を現在の周波数から目標周波数まで切換える速度を、現在の周波数と目標周波数とのずれが所定値よりも小さいときのキャリア周波数の切換速度よりも速くする。

【0034】現在の周波数と目標周波数とのずれが大きい場合は、キャリア周波数は現在の周波数から目標周波数まで速く切換えられる。

【0035】したがって、この発明によれば、音色の変化を抑制し、キャリア周波数を半導体スイッチ素子の駆動状態に適した周波数に速く切換えられる。

【0036】また、この発明によれば、直流電源からの直流電流を半導体スイッチ素子によりスイッチングしてリクトルに電力を蓄積し、その蓄積した電力に応じて電圧レベルを変えた出力電圧を出力する電圧変換装置の駆動方法は、半導体スイッチ素子の駆動状態を検出する第1のステップと、検出された駆動状態に適したスイッチングにおけるキャリア周波数の目標周波数を検出する第2のステップと、キャリア周波数の現在の周波数が目標周波数からずれているか否かを判定する第3のステップと、現在の周波数が目標周波数からずれているとき、キャリア周波数を現在の周波数から目標周波数まで連続的または複数段に切換えながら供給し、半導体スイッチ素子を駆動する第4のステップとを含む。

【0037】直流電源からの直流電流をスイッチングしてリクトルに直流電力を蓄積し、その蓄積した直流電力に応じた出力電圧を出力する電圧変換装置に用いられる半導体スイッチ素子の駆動状態が検出され、その検出された駆動状態に適した目標周波数が検出される。そして、現在の周波数と目標周波数とのずれが検出されると、キャリア周波数が現在の周波数から目標周波数まで徐々に切換えられながら半導体スイッチ素子が駆動される。

【0038】したがって、この発明によれば、音色の変化を抑制して半導体スイッチ素子を駆動できる。

【0039】好ましくは、第1のステップにおいて、半導体スイッチ素子の駆動状態として電圧変換装置の温度を検出する。

【0040】半導体スイッチ素子の駆動状態として半導体スイッチ素子の特性に大きく影響する温度が検出される。そして、検出された温度に適した目標周波数が抽出され、キャリア周波数が現在の周波数から目標周波数へ徐々に切換えられる。

【0041】したがって、この発明によれば、半導体スイッチ素子の駆動状態を容易に検出できる。

【0042】より好ましくは、第2のステップにおいて、目標周波数は、温度と温度に適した目標周波数との関係を示すマップを参照して検出される。

【0043】温度が検出されると、その検出された温度に対応する目標周波数がマップを参照して検出される。

【0044】したがって、この発明によれば、目標周波数を容易に抽出できる。より好ましくは、第1のステップにおいて、半導体スイッチ素子の駆動状態として電圧変換装置に流れる電流を検出する。

【0045】半導体スイッチ素子に実際に流れる電流を検出して半導体スイッチ素子の駆動状態が検出される。そして、検出された電流に適した目標周波数が抽出され、キャリア周波数が現在の周波数から目標周波数へ徐々に切換えられる。

【0046】したがって、この発明によれば、半導体スイッチ素子の駆動状態を容易に検出できる。

【0047】さらに好ましくは、第2のステップにおいて、目標周波数は、電流と電流に適した目標周波数との関係を示すマップを参照して検出される。

【0048】半導体スイッチ素子に流れる電流が検出されると、その検出された電流に対応する目標周波数がマップを参照して検出される。

【0049】したがって、この発明によれば、目標周波数を容易に検出できる。さらに好ましくは、第4のステップにおいて、現在の周波数とキャリア周波数とのずれが所定値よりも大きいとき、キャリア周波数を現在の周波数から目標周波数まで切換える速度を現在の周波数と目標周波数とのずれが所定値よりも小さいときのキャリア周波数の切換速度よりも速くする。

【0050】現在の周波数と目標周波数とのずれが大きい場合は、キャリア周波数は現在の周波数から目標周波数まで速く切換えられる。

【0051】したがって、この発明によれば、音色の変化を抑制し、キャリア周波数を半導体スイッチ素子の駆動状態に適した周波数に速く切換えられる。

【0052】さらに、この発明によれば、直流電源からの直流電流を半導体スイッチ素子によりスイッチングしてリクトルに電力を蓄積し、その蓄積した電力に応じて電圧レベルを変えた出力電圧を出力する電圧変換装置の駆動をコンピュータに実行させるプログラムを記録し

たコンピュータ読み取り可能な記録媒体は、半導体スイッチ素子の駆動状態を検出する第1のステップと、検出された駆動状態に適したスイッチングにおけるキャリア周波数の目標周波数を検出する第2のステップと、キャリア周波数の現在の周波数が目標周波数からずれているか否かを判定する第3のステップと、現在の周波数が目標周波数からずれているとき、キャリア周波数を現在の周波数から目標周波数まで連続的または複数段に切換えるながら供給し、半導体スイッチ素子を駆動する第4のステップとをコンピュータに実行させるプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体である。

【0053】直流電源からの直流電流をスイッチングしてリクトルに直流電力を蓄積し、その蓄積した直流電力に応じた出力電圧を出力する電圧変換装置に用いられる半導体スイッチ素子の駆動状態が検出され、その検出された駆動状態に適した目標周波数が検出される。そして、現在の周波数と目標周波数とのずれが検出されると、キャリア周波数が現在の周波数から目標周波数まで徐々に切換えられながら半導体スイッチ素子が駆動される。

【0054】したがって、この発明によれば、音色の変化を抑制して半導体スイッチ素子を駆動できる。

【0055】好ましくは、第1のステップにおいて、半導体スイッチ素子の駆動状態として電圧変換装置の温度を検出する。

【0056】半導体スイッチ素子の駆動状態として半導体スイッチ素子の特性に大きく影響する温度が検出される。そして、検出された温度に適した目標周波数が抽出され、キャリア周波数が現在の周波数から目標周波数へ徐々に切換えられる。

【0057】したがって、この発明によれば、半導体スイッチ素子の駆動状態を容易に検出できる。

【0058】より好ましくは、第2のステップにおいて、目標周波数は、温度と温度に適した目標周波数との関係を示すマップを参照して検出される。

【0059】温度が検出されると、その検出された温度に対応する目標周波数がマップを参照して検出される。

【0060】したがって、この発明によれば、目標周波数を容易に抽出できる。好ましくは、第1のステップにおいて、半導体スイッチ素子の駆動状態として電圧変換装置に流れる電流を検出する。

【0061】半導体スイッチ素子に実際に流れる電流を検出して半導体スイッチ素子の駆動状態が検出される。そして、検出された電流に適した目標周波数が抽出され、キャリア周波数が現在の周波数から目標周波数へ徐々に切換えられる。

【0062】したがって、この発明によれば、半導体スイッチ素子の駆動状態を容易に検出できる。

【0063】より好ましくは、第2のステップにおいて、目標周波数は、電流と電流に適した目標周波数との

関係を示すマップを参照して検出される。

【0064】半導体スイッチ素子に流れる電流が検出されると、その検出された電流に対応する目標周波数がマップを参照して検出される。

【0065】したがって、この発明によれば、目標周波数を容易に検出できる。さらに好ましくは、第4のステップにおいて、現在の周波数と目標周波数とのずれが所定値よりも大きいとき、キャリア周波数を現在の周波数から目標周波数まで切換える速度を、現在の周波数と目標周波数とのずれが所定値よりも小さいときのキャリア周波数の切換速度よりも速くする。

【0066】現在の周波数と目標周波数とのずれが大きい場合は、キャリア周波数は現在の周波数から目標周波数まで速く切換えられる。

【0067】したがって、この発明によれば、音色の変化を抑制し、キャリア周波数を半導体スイッチ素子の駆動状態に適した周波数に速く切換えられる。

【0068】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態について図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰返さない。

【0069】図1を参照して、この発明の実施の形態による電圧変換装置を備えたモータ駆動装置100は、直流電源Bと、電圧センサー10, 13と、温度センサー11と、システムリレーSR1, SR2と、コンデンサC1, C2と、昇圧コンバータ12と、インバータ14と、電流センサー24と、制御装置30とを備える。交流モータM1は、ハイブリッド自動車または電気自動車の駆動輪を駆動するためのトルクを発生するための駆動モータである。あるいは、このモータはエンジンにて駆動される発電機の機能を持つように、そして、エンジンに対して電動機として動作し、たとえば、エンジン始動を行ない得るようなものとしてハイブリッド自動車に組み込まれるようにしてもよい。

【0070】昇圧コンバータ12は、リクトルL1と、NPNトランジスタQ11, Q12と、ダイオードD11, D12とを含む。リクトルL1の一方端は直流電源Bの電源ラインに接続され、他方端はNPNトランジスタQ11とNPNトランジスタQ12との中間点、すなわち、NPNトランジスタQ11のエミッタとNPNトランジスタQ12のコレクタとの間に接続される。NPNトランジスタQ11, Q12は、電源ラインとアースラインとの間に直列に接続される。そして、NPNトランジスタQ11のコレクタは電源ラインに接続され、NPNトランジスタQ12のエミッタはアースラインに接続される。また、各NPNトランジスタG1, G2, Q12のコレクターエミッタ間には、エミッタ側からコレクタ側へ電流を流すダイオードD11, D12が配置されている。

【0071】インバータ14は、U相アーム15と、V

相アーム16と、W相アーム17とから成る。U相アーム15、V相アーム16、およびW相アーム17は、電源ラインとアースとの間に並列に設けられる。

【0072】U相アーム15は、直列接続されたNPNトランジスタQ5、Q6から成り、V相アーム16は、直列接続されたNPNトランジスタQ7、Q8から成り、W相アーム17は、直列接続されたNPNトランジスタQ9、Q10から成る。また、各NPNトランジスタQ5～Q10のコレクターエミッタ間には、エミッタ側からコレクタ側へ電流を流すダイオードD5～D10がそれぞれ接続されている。

【0073】各相アームの中間点は、交流モータM1の各相コイルの各相端に接続されている。すなわち、交流モータM1は、3相の永久磁石モータであり、U、V、W相の3つのコイルの一端が中点に共通接続されて構成され、U相コイルの他端がNPNトランジスタQ5、Q6の中間点に、V相コイルの他端がNPNトランジスタQ7、Q8の中間点に、W相コイルの他端がNPNトランジスタQ9、Q10の中間点にそれぞれ接続されている。

【0074】直流電源Bは、ニッケル水素またはリチウムイオン等の二次電池から成る。電圧センサー10は、直流電源Bから出力される電圧V1を検出し、その検出した電圧V1を制御装置30へ出力する。システムリレーSR1、SR2は、制御装置30からの信号SEによりオンされる。コンデンサC1は、直流電源Bから供給された直流電圧を平滑化し、その平滑化した直流電圧を昇圧コンバータ12へ供給する。

【0075】昇圧コンバータ12は、コンデンサC1から供給された直流電圧を昇圧してコンデンサC2へ供給する。より具体的には、昇圧コンバータ12は、制御装置30から信号PWUを受けると、信号PWUによってNPNトランジスタQ12が所定のキャリア周波数でオン／オフされ、NPNトランジスタQ12がオンされた期間に応じて直流電圧を昇圧してコンデンサC2に供給する。この場合、NPNトランジスタQ11は、信号PWUによってオフされている。また、昇圧コンバータ12は、制御装置30から信号PWDを受けると、コンデンサC2を介してインバータ14から供給された直流電圧を降圧して直流電源Bを充電する。

【0076】コンデンサC2は、昇圧コンバータ12からの直流電圧を平滑化し、その平滑化した直流電圧をインバータ14へ供給する。電圧センサー13は、コンデンサC2の両端の電圧、すなわち、昇圧コンバータ12の出力電圧V2（インバータ14への入力電圧に相当する。以下同じ。）を検出し、その検出した出力電圧V2を制御装置30へ出力する。

【0077】インバータ14は、コンデンサC2から直流電圧が供給されると制御装置30からの信号PWMに基づいて直流電圧を交流電圧に変換して交流モータM

1を駆動する。これにより、交流モータM1は、トルク指令値TRによって指定されたトルクを発生するように駆動される。また、インバータ14は、モータ駆動装置100が搭載されたハイブリッド自動車または電気自動車の回生制動時、交流モータM1が発電した交流電圧を制御装置30からの信号PWMに基づいて直流電圧に変換し、その変換した直流電圧をコンデンサC2を介して昇圧コンバータ12へ供給する。なお、ここで言う回生制動とは、ハイブリッド自動車または電気自動車を運転するドライバーによるフットブレーキ操作があった場合の回生発電を伴う制動や、フットブレーキを操作しないものの、走行中にアクセルペダルをオフすることで回生発電をさせながら車両を減速（または加速の中止）させることを含む。

【0078】電流センサー24は、交流モータM1に流れるモータ電流MCRを検出し、その検出したモータ電流MCRを制御装置30へ出力する。

【0079】制御装置30は、外部に設けられたECU（Electrical Control Unit）から入力されたトルク指令値TRおよびモータ回転数MRN、電圧センサー10からの電圧V1、電圧センサー13からの出力電圧V2、および電流センサー24からのモータ電流MCRに基づいて、後述する方法により昇圧コンバータ12を駆動するための信号PWUとインバータ14を駆動するための信号PWMIとを生成し、その生成した信号PWUおよび信号PWMIをそれぞれ昇圧コンバータ12およびインバータ14へ出力する。

【0080】信号PWUは、昇圧コンバータ12がコンデンサC1からの直流電圧を出力電圧V2に変換する場合に昇圧コンバータ12を駆動するための信号である。そして、制御装置30は、昇圧コンバータ12が直流電圧を出力電圧V2に変換する場合に、出力電圧V2をフィードバック制御し、出力電圧V2が指令された電圧指令になるように昇圧コンバータ12を駆動するための信号PWUを生成する。

【0081】また、制御装置30は、ハイブリッド自動車または電気自動車が回生制動モードに入ったことを示す信号を外部のECUから受けると、交流モータM1で発電された交流電圧を直流電圧に変換するための信号PWMを生成してインバータ14へ出力する。この場合、インバータ14のNPNトランジスタQ6、Q8、Q10は信号PWMにによってスイッチング制御される。すなわち、交流モータM1のU相で発電されるときNPNトランジスタQ8、Q10がオンされ、V相で発電されるときNPNトランジスタQ6、Q10がオンされ、W相で発電されるときNPNトランジスタQ6、Q8がオンされる。これにより、インバータ14は、交流モータM1で発電された交流電圧を直流電圧に変換して昇圧コンバータ12へ供給する。

【0082】さらに、制御装置30は、ハイブリッド自

動車または電気自動車が回生制動モードに入ったことを示す信号を外部のECUから受けると、インバータ14から供給された直流電圧を降圧するための信号PWDを生成し、その生成した信号PWDを昇圧コンバータ12へ出力する。これにより、交流モータM1が発電した交流電圧は、直流電圧に変換され、降圧されて直流電源Bに供給される。

【0083】さらに、制御装置30は、システムリレーSR1, SR2をオンするための信号SEを生成してシステムリレーSR1, SR2へ出力する。

【0084】図2は、制御装置30の機能ブロック図である。図2を参照して、制御装置30は、モータトルク制御手段301と、電圧変換制御手段302とを含む。モータトルク制御手段301は、トルク指令値TR、直流電源Bの出力電圧V1、モータ電流MCR、モータ回転数MRN、温度センサー11からの昇圧コンバータ12の温度TCおよび昇圧コンバータ12の出力電圧V2に基づいて、交流モータM1の駆動時、後述する方法により昇圧コンバータ12のNPNトランジスタQ1, Q12をオン／オフするための信号PWUと、インバータ14のNPNトランジスタQ5～Q10をオン／オフするための信号PWM1とを生成し、その生成した信号PWUおよび信号PWM1をそれぞれ昇圧コンバータ12およびインバータ14へ出力する。

【0085】モータトルク制御手段301は、信号PWUを生成するとき、昇圧コンバータ12の温度TCに適したキャリア周波数を有する信号PWUを生成する。より具体的には、モータトルク制御手段301は、昇圧コンバータ12の温度TCに適した目標周波数を後述する方法によって抽出し、その抽出した目標周波数が現在のキャリア周波数からずれているか否かを判定する。そして、モータトルク制御手段301は、現在の周波数が目標周波数からずれているとき、キャリア周波数を現在の周波数から目標周波数まで複数段に切換えて信号PWUを生成する。

【0086】電圧変換制御手段302は、回生制動時、ハイブリッド自動車または電気自動車が回生制動モードに入ったことを示す信号RGEを外部のECUから受けると、交流モータM1が発電した交流電圧を直流電圧に変換するための信号PWMCを生成してインバータ14へ出力する。

【0087】また、電圧変換制御手段302は、回生制動時、信号RGEを外部のECUから受けると、インバータ14から供給された直流電圧を降圧するための信号PWDを生成して昇圧コンバータ12へ出力する。このように、昇圧コンバータ12は、直流電圧を降圧するための信号PWDにより電圧を降下させることもできるので、双方向インバータの機能を有するものである。

【CCE8】図3は、モータトルク制御手段301の機能ブロック図である。図3を参照して、モータトルク制

御手段301は、モータ制御用相電圧演算部40と、インバータ用PWM信号変換部42と、インバータ入力電圧指令演算部50と、フィードバック電圧指令演算部52と、デューティー比変換部54と、周波数設定部56とを含む。

【0089】モータ制御用相電圧演算部40は、昇圧コンバータ12の出力電圧V2、すなわち、インバータ14への入力電圧を電圧センサー13から受け、交流モータM1の各相に流れるモータ電流MCRを電流センサー24から受け、トルク指令値TRを外部ECUから受ける。そして、モータ制御用相電圧演算部40は、これらの入力される信号に基づいて、交流モータM1の各相のコイルに印加する電圧を計算し、その計算した結果をインバータ用PWM信号変換部42へ供給する。インバータ用PWM信号変換部42は、モータ制御用相電圧演算部40から受けた計算結果に基づいて、実際にインバータ14の各NPNトランジスタQ5～Q10をオン／オフする信号PWM1を生成し、その生成した信号PWM1をインバータ14の各NPNトランジスタQ5～Q10へ出力する。

【0090】これにより、各NPNトランジスタQ5～Q10は、スイッチング制御され、交流モータM1が指令されたトルクを出すように交流モータM1の各相に流す電流を制御する。このようにして、モータ駆動電流が制御され、トルク指令値TRに応じたモータトルクが 출력される。

【0091】一方、インバータ入力電圧指令演算部50は、トルク指令値TRおよびモータ回転数MRNに基づいてインバータ入力電圧の最適値（目標値）、すなわち、電圧指令を演算し、その演算した電圧指令をフィードバック電圧指令演算部52へ出力する。

【0092】フィードバック電圧指令演算部52は、電圧センサー13からの昇圧コンバータ12の出力電圧V2と、インバータ入力電圧指令演算部50からの電圧指令とにに基づいてフィードバック電圧指令を演算し、その演算したフィードバック電圧指令をデューティー比変換部54へ出力する。

【0093】デューティー比変換部54は、電圧センサー10からのバッテリ電圧V1と、フィードバック電圧指令演算部52からのフィードバック電圧指令とにに基づいて、電圧センサー13からの出力電圧V2を、フィードバック電圧指令演算部52からのフィードバック電圧指令に設定するためのデューティー比を演算し、その演算したデューティー比を周波数設定部56へ出力する。

【0094】周波数設定部56は、デューティー比変換部54からのデューティー比と、温度センサー11からの温度TCとを受け、その受けた温度TCに達したキャリア周波数の目標周波数を抽出する。そして、周波数設定部56は、キャリア周波数の現在の値が目標周波数からずれているとき、キャリア周波数を現在の周波数から

目標周波数まで複数段に切換え、その切換えたキャリア周波数とデューティー比変換部54からのデューティー比とに基づいて信号PWUを生成して昇圧コンバータ12へ出力する。

【0095】周波数設定部56は、図4に示すキャリア周波数と昇圧コンバータ12の温度TCとの関係に基づいて、昇圧コンバータ12の温度TCに適したキャリア周波数を抽出する。図4を参照して、昇圧コンバータ12の温度TCが温度Tminから温度T3までの範囲であるとき、設定されるべきキャリア周波数は周波数f5であり、昇圧コンバータ12の温度TCが温度T4から温度T5の範囲であるとき、設定されるべきキャリア周波数は周波数f4であり、昇圧コンバータ12の温度TCが温度T3から温度T6の範囲であるとき、設定されるべきキャリア周波数は周波数f3であり、昇圧コンバータ12の温度TCが温度T5から温度T7の範囲であるとき、設定されるべきキャリア周波数は周波数f2であり、昇圧コンバータ12の温度TCが温度T6から温度Tmaxの範囲であるとき、設定されるべきキャリア周波数は周波数f1である。

【0096】温度Tmaxは、たとえば、107°Cに設定される。これは、昇圧コンバータ12の温度が120°Cに達すると出力を制限し始めるので、出力が制限され始める温度よりも低い温度(=107°C)を最高温度Tmaxにしたものである。

【0097】周波数設定部56は、キャリア周波数f4で信号PWUを生成して昇圧コンバータ12のNPNトランジスタQ12を駆動しているとき、温度センサー11から受けた温度TCが温度T2であったとすると、キャリア周波数と昇圧コンバータ12の温度TCとの関係に基づいて温度T2に適した目標周波数f1を抽出する。そして、周波数設定部56は、現在の周波数f4が目標周波数f1からはずれていると判定し、キャリア周波数を現在の周波数f4から目標周波数f1まで複数段に切換えながら信号PWUを生成する。

【0098】周波数設定部56が切換え可能なキャリア周波数の範囲は、5~10kHzであり、周波数設定部56は、キャリア周波数を現在の周波数f4から目標周波数f1まで複数段に切換えるとき、1kHzづつ切換える。そして、周波数設定部56は、現在の周波数f4を周波数f3へ1kHzだけ切換えたとき、周波数f3とデューティー比変換部54からのデューティー比とに基づいて信号PWUを生成し、その生成した信号PWUを昇圧コンバータ12のNPNトランジスタQ12へ出力する。

【C099】また、周波数設定部56は、キャリア周波数を周波数f3から周波数f2へ1kHzだけ切換えたとき、周波数f2とデューティー比とに基づいて信号PWUを生成してNPNトランジスタQ12へ出力する。そして、周波数設定部56は、最終的に、キャリア周波数を目標周波数f1へ切換える。

数を目標周波数f1へ切換える、目標周波数f1とデューティー比に基づいて信号PWUを生成してNPNトランジスタQ12へ出力する。

【0100】このように、周波数設定部56は、キャリア周波数を周波数f4から周波数f1へ切換えるとき、キャリア周波数を1kHzづつ切換えるごとに、信号PWUを生成してNPNトランジスタQ12を駆動する。

【0101】一方、周波数設定部56は、キャリア周波数f1で信号PWUを生成して昇圧コンバータ12のNPNトランジスタQ12を駆動しているとき、温度センサー11から受けた温度TCが温度T1であったとすると、キャリア周波数と昇圧コンバータ12の温度TCとの関係に基づいて温度T1に適した目標周波数f4を抽出する。そして、周波数設定部56は、現在の周波数f1が目標周波数f4からはずれていると判定し、キャリア周波数を現在の周波数f1から目標周波数f4まで複数段に切換えながら信号PWUを生成する。

【0102】この場合も、周波数設定部56は、キャリア周波数を周波数f1から1kHzだけ切換えるごとに信号PWUを生成してNPNトランジスタQ12を駆動する。

【0103】このように、周波数設定部56は、キャリア周波数を高い周波数から低い周波数へ切換えるとき、またはキャリア周波数を低い周波数から高い周波数へ切換えるとき、キャリア周波数を切換えるごとに信号PWUを生成してNPNトランジスタQ12を駆動する。その結果、昇圧コンバータ12の温度TCに適したキャリア周波数でNPNトランジスタQ12を駆動できるとともに、キャリア周波数の切換え時の音色の変化を抑制することができる。

【0104】1つのトルク指令値TRが与えられたとき、交流モータM1が発生すべきトルクは1つであるので、周波数設定部56が生成する信号PWUのデューティー比は、デューティー比変換部54からのデューティー比に固定される。たとえば、図5に示すように、キャリア周波数を周波数f4から周波数f1へ切換えるとき、周波数f4を有する信号PWU2のデューティー比t2/Tp2は、周波数f1を有する信号PWU1のデューティー比t1/Tp1と同じである。この場合、信号PWUの1周期におけるNPNトランジスタQ12のオン時間は、時間t2から時間t1へ長くなるが、キャリア周波数をより低い周波数へ切換えるので、NPNトランジスタQ12、直流電源B、システムリレーSR1、SR2およびリアクトルL1から成る閉回路に流れる電流は大きく変動せず、リアクトルL1に蓄積される電力は殆ど減少しない。その結果、昇圧コンバータ12は、ほぼ一定の出力電圧V2を出力する。そして、インバータ14は、トルク指令値TRによって指定されたトルクを発生するように交流モータM1を駆動する。キャリア周波数を低い周波数から高い周波数に切換える場合

についても同様である。

【0105】図4に示すキャリア周波数と昇圧コンバータ12の温度TCとの関係は、昇圧コンバータ12の温度TCが低いときはキャリア周波数を高く設定し、昇圧コンバータ12の温度TCが高いときはキャリア周波数を低く設定する関係である。そして、昇圧コンバータ12の温度TCは、NPNトランジスタQ12、直流電源B、システムリレーSR1、SR2およびリクトルL1から成る閉回路に流れる電流によって決定されるので、昇圧コンバータ12の温度TCが高いことは閉回路に流れる電流が大きいことを意味し、昇圧コンバータ12の温度が低いことは閉回路に流れる電流が小さいことを意味する。したがって、キャリア周波数を昇圧コンバータ12の温度TCに適したキャリア周波数に切換えるても、昇圧コンバータ12は、ほぼ一定の出力電圧V2を出力する。

【0106】この発明においては、キャリア周波数を高い周波数から低い周波数へ切換える経路は、キャリア周波数を低い周波数から高い周波数へ切換える経路と異なる。昇圧コンバータ12の温度TCが温度T3よりも高くなるとキャリア周波数は周波数f4に設定され、昇圧コンバータ12の温度TCが温度T5よりも高くなるとキャリア周波数は周波数f3に設定され、昇圧コンバータ12の温度TCが温度T6よりも高くなるとキャリア周波数は周波数f2に設定され、昇圧コンバータ12の温度TCが温度T7よりも高くなるとキャリア周波数は周波数f1に設定される。また、昇圧コンバータ12の温度TCが温度T6よりも低くなるとキャリア周波数は周波数f2に設定され、昇圧コンバータ12の温度TCが温度T5よりも低くなるとキャリア周波数は周波数f3に設定され、昇圧コンバータ12の温度TCが温度T3よりも低くなるとキャリア周波数は周波数f4に設定され、昇圧コンバータ12の温度TCが温度T4よりも低くなるとキャリア周波数は周波数f5に設定される。

【0107】周波数設定部56は、図4に示すキャリア周波数と昇圧コンバータ12の温度TCとの関係をマップとして保持し、温度センサー11から昇圧コンバータ12の温度TCを受けると、マップを参照して昇圧コンバータ12の温度TCに適した目標周波数（周波数f1～f5のいずれか）を抽出する。

【0108】なお、昇圧コンバータ12の下側のNPNトランジスタQ12のオンデューティーを大きくすることによりリクトルL1における電力蓄積が大きくなるため、より高電圧の出力を得ることができる。一方、上側のNPNトランジスタQ11のオンデューティーを大きくすることにより電源ラインの電圧が下がる。そこで、NPNトランジスタQ11、Q12のデューティー比を制御することで、電源ラインの電圧を直流電源Bの±10V以上の任意の電圧に制御可能である。

【0109】図6および図7を参照して、昇圧コンバータ

12のNPNトランジスタQ12をオン／オフするキャリア周波数を昇圧コンバータ12の温度TCに適したキャリア周波数（目標周波数）に切換える動作について説明する。

【0110】図6を参照して、動作がスタートすると、温度センサー11は、昇圧コンバータ12の温度TCを検出し、その検出した温度TCを制御装置30へ出力する（ステップS1）。制御装置30のモータトルク制御手段301は、昇圧コンバータ12の温度TCを受ける。そして、モータトルク制御手段301の周波数設定部56は、保持したマップを参照して昇圧コンバータ12の温度TCに適した目標周波数を検出する（ステップS2）。

【0111】その後、周波数設定部56は、現在の周波数を目標周波数と比較し、現在の周波数が目標周波数からずれているか否かを判定する（ステップS3）。現在の周波数が目標周波数からずれていないときキャリア周波数を現在の周波数に保持しままステップS1～S3が繰返し行なわれる。

【0112】一方、ステップS3において、現在の周波数が目標周波数からずれていると判定されたとき、周波数設定部56は、上述した方法によってキャリア周波数を現在の周波数から目標周波数まで切換えながら信号PWUを生成して昇圧コンバータ12のNPNトランジスタQ12を駆動する（ステップS4）。これによって、音色の変化を抑制してキャリア周波数を昇圧コンバータ12の温度TCに適した周波数に切換えることができる。その後、ステップS1～S4が繰返し行なわれる。

【0113】また、この発明においては、ステップS4の動作を図7に示すフローチャートに従って実行してもよい。図7を参照して、図6に示すフローチャートのステップS3において現在の周波数が目標周波数からずれていると判定されたとき、周波数設定部56は、そのずれ量が所定値よりも大きいか否かを判定し（ステップS41）、ずれ量が所定値以下のとき、キャリア周波数を現在の周波数から目標周波数まで所定の速度で切換えながら信号PWUを生成してNPNトランジスタQ12を駆動する（ステップS42）。そして、その後、図6に示すフローチャートのステップS1へ戻る。

【0114】一方、ステップS41において、ずれ量が所定値よりも大きいと判定されたとき、周波数設定部56は、キャリア周波数を現在の周波数から目標周波数まで所定の速度よりも速い速度で切換えながら信号PWUを生成してNPNトランジスタQ12を駆動する（ステップS43）。そして、その後、図6に示すフローチャートのステップS1へ戻る。

【0115】このように、現在の周波数が目標周波数から大きくなっているとき、キャリア周波数を切換える速度を速くすることによって、キャリア周波数を昇圧コンバータ12の温度TCに適した周波数に速く設定でき

る。

【0116】再び、図1を参照して、モータ駆動装置100における動作について説明する。制御装置30は、外部のECUからトルク指令値TRが入力され、温度センサー11から昇圧コンバータ12の温度TCが入力されると、システムリレーSR1, SR2をオンするための信号SEを生成してシステムリレーSR1, SR2へ出力するとともに、交流モータM1がトルク指令値TRによって指定されたトルクを発生するようにインバータ14を制御するための信号PWM1と、昇圧コンバータ12の温度TCに適したキャリア周波数を有する昇圧コンバータ12を制御するための信号PWUとを生成してそれぞれインバータ14および昇圧コンバータ12へ出力する。

【0117】そして、直流電源Bは直流電圧を出力し、システムリレーSR1, SR2は直流電圧をコンデンサC1へ供給する。コンデンサC1は、供給された直流電圧を平滑化し、その平滑化した直流電圧を昇圧コンバータ12へ供給する。

【0118】そうすると、昇圧コンバータ12のNPNトランジスタQ11, Q12は、制御装置30からの信号PWUに応じてオン／オフされ、直流電圧を出力電圧V2に変換してコンデンサC2に供給する。

【0119】コンデンサC2は、昇圧コンバータ12から供給された直流電圧を平滑化してインバータ14へ供給する。インバータ14のNPNトランジスタQ5～Q10は、制御装置30からの信号PWM1に従ってオン／オフされ、インバータ14は、直流電圧を交流電圧に変換し、トルク指令値TRによって指定されたトルクを交流モータM1が発生するように交流モータM1のU相、V相、W相の各相に所定の交流電流を流す。これにより、交流モータM1は、トルク指令値TRによって指定されたトルクを発生する。

【0120】そして、交流モータM1がトルク指令値TRによって指定されたトルクを発生するように駆動されているとき、温度センサー11は、随時、昇圧コンバータ12の温度TCを検出して制御装置30へ出力する。制御装置30のモータトルク制御手段301は、上述した方法によって、昇圧コンバータ12のNPNトランジスタQ12を駆動するキャリア周波数を昇圧コンバータ12の温度TCに適した周波数に切換ながら信号PWUを生成してNPNトランジスタQ12を駆動する。これにより、NPNトランジスタQ12を駆動するキャリア周波数を現在の周波数から昇圧コンバータ12の温度TCに適した目標周波数へ大きく切換える場合でも、音色の変化を抑制して現在の周波数から目標周波数へ切換えることができる。

【0121】モータ駆動装置100が搭載されたハイブリッド自動車または電気自動車が再生制動モードになった場合、制御装置30は、再生制動モードになったこと

を示す信号を外部のECUから受け、信号PWMCおよび信号PWDを生成してそれぞれインバータ14および昇圧コンバータ12へ出力する。

【0122】交流モータM1は、交流電圧を発電し、その発電した交流電圧をインバータ14へ供給する。そして、インバータ14は、制御装置30からの信号PWMCに従って、交流電圧を直流電圧に変換し、その変換した直流電圧をコンデンサC2を介して昇圧コンバータ12へ供給する。

【0123】昇圧コンバータ12は、制御装置30からの信号PWDに従って直流電圧を降圧して直流電源Bに供給し、直流電源Bを充電する。

【0124】この発明においては、周波数設定部56におけるキャリア周波数の切換制御は、実際にはCPU (Central Processing Unit) によって行なわれ、CPUは、図6 (または図6および図7) に示すフローチャートの各ステップを備えるプログラムをROM (Read Only Memory) から読み出し、その読み出したプログラムを実行して図6 (または図6および図7) に示すフローチャートに従って直流電圧から出力電圧V2への電圧変換を制御する。したがって、ROMは、図6 (または図6および図7) に示すフローチャートの各ステップを備えるプログラムを記録したコンピュータ (CPU) 読取り可能な記録媒体に相当する。

【0125】また、この発明においては、周波数設定部56は、図8に示すキャリア周波数と昇圧コンバータ12の温度TCとの関係に基づいて、昇圧コンバータ12のNPNトランジスタQ12を駆動するキャリア周波数を昇圧コンバータ12の温度TCに適した周波数に切換えるてもよい。図8を参照して、昇圧コンバータ12の温度TCが温度Tminから温度T9までの範囲であるとき、設定されるべきキャリア周波数は周波数fmaxであり、温度TCが温度T10から温度Tmaxまでの範囲であるとき、設定されるべきキャリア周波数は周波数fminであり、温度TCが温度T8から温度T10までの範囲であるとき、または温度TCが温度T9から温度T11までの範囲であるとき、設定されるべきキャリア周波数は周波数fmaxと周波数fminとの間の周波数である。

【0126】キャリア周波数の現在の周波数が周波数fmaxであるとき、温度センサー11が検出した温度TCが温度T12であったとすると、周波数設定部56は、温度センサー11からの温度T12に適した目標周波数として周波数f6, f7を抽出し、現在の周波数fmaxが抽出した周波数f6, f7からずれていると判定する。そして、周波数設定部56は、キャリア周波数を現在の周波数fmaxから目標周波数まで切換ながら信号PWUを生成するとき、周波数f6を目標周波数とする。これは、温度T12に適合した目標周波数が現

在の周波数  $f_{max}$  よりも低いので、点 A—B—C—D の経路に沿ってキャリア周波数を切換えるべく、直線 5 0 上の周波数  $f_6$  を目標周波数としたものである。

【0127】周波数設定部 5 6 は、切換えるべき目標周波数を決定すると、キャリア周波数を現在の周波数  $f_{max}$  から目標周波数  $f_6$  まで直線 5 0 に沿って連続的に切換えるながら信号 PWU を生成する。

【0128】また、キャリア周波数の現在の周波数が周波数  $f_{min}$  であるとき、温度センサー 1 1 が検出した温度  $T_C$  が温度  $T_{13}$  であったとすると、周波数設定部 5 6 は、温度センサー 1 1 からの温度  $T_{13}$  に適した目標周波数として周波数  $f_8, f_9$  を抽出し、現在の周波数  $f_{min}$  が抽出した周波数  $f_8, f_9$  からずれていると判定する。そして、周波数設定部 5 6 は、キャリア周波数を現在の周波数  $f_{min}$  から目標周波数まで切換えるながら信号 PWU を生成するとき、周波数  $f_8$  を目標周波数とする。これは、温度  $T_{13}$  に適合した目標周波数が現在の周波数  $f_{min}$  よりも高いので、点 D—E—F—A の経路に沿ってキャリア周波数を切換えるべく、直線 6 0 上の周波数  $f_8$  を目標周波数としたものである。

【0129】周波数設定部 5 6 は、切換えるべき目標周波数を決定すると、キャリア周波数を現在の周波数  $f_{min}$  から目標周波数  $f_8$  まで直線 6 0 に沿って連続的に切換えるながら信号 PWU を生成する。

【0130】このように、キャリア周波数を連続的に切換えるときも、高い周波数から低い周波数へ切換える経路は、低い周波数から高い周波数へ切換える経路と異なる。

【0131】そして、キャリア周波数を現在の周波数から目標周波数まで連続的に切換えるながら信号 PWU を生成することにより、さらに、音色の変化を抑制できる。

【0132】上記においては、昇圧コンバータ 1 2 の温度を検出し、その検出した昇圧コンバータ 1 2 の温度に適する周波数にキャリア周波数を設定すると説明したが、この発明においては、これに限らず、昇圧コンバータ 1 2 (すなわち NPN トランジスタ Q 1 2) を流れる電流を検出し、その検出した電流に適した周波数にキャリア周波数を設定するようにしてもよい。

【0133】昇圧コンバータ 1 2 の温度は、NPN トランジスタ Q 1 2 における発熱、すなわち、NPN トランジスタ Q 1 2 を流れる電流に依存するので、NPN トランジスタ Q 1 2 を流れる電流とキャリア周波数との関係は、図 4 および図 8 に示すキャリア周波数と温度との関係図において、横軸を昇圧コンバータ 1 2 の温度から昇圧コンバータ 1 2 に流れる電流に代えたものに等しい。

【0134】したがって、NPN トランジスタ Q 1 2、直流電源 B、システムリレー SR 1, SR 2、およびリアクトル L 1 から成る閉回路に電流センサーを設け、制御装置 3 0 のモータトルク制御手段 3 0 1 は、閉回路に設けられた電流センサーからの電流を受け、その受けた

電流に適する周波数を、昇圧コンバータ 1 2 に流れる電流とキャリア周波数との関係図から抽出するようすれば、キャリア周波数を昇圧コンバータ 1 2 に流れる電流に適した周波数に設定して NPN トランジスタ Q 1 2 を駆動できる。

【0135】これにより、音色の変化を抑制しながら、NPN トランジスタ Q 1 2 をオン／オフするキャリア周波数を昇圧コンバータ 1 2 の電流に適した周波数に設定できる。

【0136】また、この発明による電圧変換装置を備えたモータ駆動装置は、図 9 に示すモータ駆動装置 2 0 0 であってもよい。図 9 を参照して、モータ駆動装置 2 0 0 は、モータ駆動装置 1 0 0 の昇圧コンバータ 1 2 を昇圧コンバータ 1 2 1 に代えたものであり、その他はモータ駆動装置 1 0 0 と同じである。

【0137】昇圧コンバータ 1 2 1 は、リクトル L 1 ~ L N (N は 2 以上の自然数) と、NPN トランジスタ Q 1 1, Q 1 2, Q 2 1, Q 2 2, ..., Q N-1 1, Q N-1 2, Q N 1, Q N 2 と、ダイオード D 1 1, D 1 2, D 2 1, D 2 2, ..., D N-1 1, D N-1 2, D N 1, D N 2 を含む。

【0138】モータ駆動装置 2 0 0 においては、リクトル L 1 ~ L N の一端が直流電源 B の正極に接続されている。リクトル L 1、NPN トランジスタ Q 1 1, Q 1 2 およびダイオード D 1 1, D 1 2 の接続方法については、上述したとおりである。

【0139】リクトル L 2 の他端は、直列接続された NPN トランジスタ Q 2 1, Q 2 2 の中間点 (Q 2 1 のエミッタと Q 2 2 のコレクタとの接続点) に接続されている。NPN トランジスタ Q 2 1 のコレクタは電源ラインに接続され、NPN トランジスタ Q 2 2 のエミッタはアースに接続されている。また、各 NPN トランジスタ Q 2 1, Q 2 2 のコレクターエミッタ間には、エミッタ側からコレクタ側に電流を流すダイオード D 2 1, D 2 2 が配置されている。

【0140】以下、同様にして接続され、リクトル L N の他端は直列接続された NPN トランジスタ Q N 1, Q N 2 の中間点 (Q N 1 のエミッタと Q N 2 のコレクタとの接続点) に接続されている。NPN トランジスタ Q N 1 のコレクタは電源ラインに接続され、NPN トランジスタ Q N 2 のエミッタはアースに接続されている。また、各 NPN トランジスタ Q N 1, Q N 2 のコレクターエミッタ間には、エミッタ側からコレクタ側に電流を流すダイオード D N 1, D N 2 が配置されている。

【0141】リクトル L k (k は 1 ≤ k ≤ N の自然数)、NPN トランジスタ Q k 1, Q k 2 およびダイオード D k 1, D k 2 により 1 つの電圧変換装置が構成される。

【0142】したがって、昇圧コンバータ 1 2 1 は、N 重チョッパ (NPN トランジスタ Q 1 2, Q 2 2, Q 3

2, Q42, ..., QN1, QN2)を備えた電圧変換装置である。

【0143】直流電源Bからの直流電圧が昇圧されるとき、NPNトランジスタQ11, Q21, ..., QN1はオフされ、NPNトランジスタQ12, Q22, ..., QN2は所定のキャリア周波数でオン/オフされる。

【0144】そして、制御装置30は、上述した方法により昇圧コンバータ121の温度に適したキャリア周波数を有する信号PWUを生成してNPNトランジスタQ11, Q12, ..., QN1, QN2の各々へ供給する。これにより、N重チョッパ式の昇圧コンバータ121において、NPNトランジスタQ12, Q22, ..., QN2をオン/オフするキャリア周波数を昇圧コンバータ121の温度に適した周波数に切換えることで、音色の変化を抑制できる。

【0145】なお、NPNトランジスタQ12, Q22, ..., QN2がオンされる期間が長い程、それぞれ、リクトルL1～LNに蓄積される直流電力が増加し、昇圧コンバータ121が電源ラインに供給する直流電圧は高くなる。そして、リクトルL1は、直流電力を蓄積することにより昇圧した直流電圧を、NPNトランジスタQ12がオフされたタイミングに同期して、ダイオードD11を介して電源ラインへ供給し、リクトルL2は、直流電力を蓄積することにより昇圧した直流電圧を、NPNトランジスタQ22がオフされたタイミングに同期して、ダイオードD21を介して電源ラインへ供給し、以下、同様にして、リクトルLNは、直流電力を蓄積することにより昇圧した直流電圧を、NPNトランジスタQN2がオフされたタイミングに同期して、ダイオードDN1を介して電源ラインへ供給する。

【0146】また、モータ駆動装置200において、キャリア周波数を昇圧コンバータ121に流れる電流に適した周波数に設定するようにしてもよい。この場合、NPNトランジスタQ12, Q22, ..., QN2の全体に流れる電流を検出するように電流センサーをコンデンサC1とリクトルL1, L2, ..., LNとの間に設ける。

【0147】上述したように、昇圧コンバータ12, 121の温度、または昇圧コンバータ12, 121に流れる電流を検出し、その検出した温度または電流に適合する目標周波数に現在の周波数を切換えて昇圧コンバータ12, 121を駆動するが、昇圧コンバータ12, 121の温度、または昇圧コンバータ12, 121に流れる電流を検出することは、昇圧コンバータ12, 121の駆動状態を検出することに相当する。したがって、昇圧コンバータ12, 121の温度、または昇圧コンバータ12, 121に流れる電流を検出し、その検出した温度または電流に適合する目標周波数に現在の周波数を切換えて昇圧コンバータ12, 121を駆動することは、最

圧コンバータ12, 121の駆動状態を検出し、その検出した駆動状態に適合する目標周波数に現在の周波数を切換えて昇圧コンバータ12, 121を駆動することに相当する。

【0148】この発明の実施の形態によれば、電圧変換装置は、リクトルとNPNトランジスタとを含み、直流電源からの直流電流を所定のキャリア周波数によりスイッチングしてリクトルに直流電力を蓄積し、その蓄積した直流電力に応じて電圧レベルを変えた出力電圧を出力する昇圧コンバータと、キャリア周波数を現在の周波数から目標周波数まで連続的または複数段に切換えるながら信号PWUを生成して昇圧コンバータのNPNトランジスタを駆動するモータトルク制御手段とを備えるので、音色の変化を抑制してキャリア周波数を現在の周波数から目標周波数まで切換えることができる。

【0149】今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施の形態の説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態による電圧変換装置を備えたモータ駆動装置の概略ブロック図である。

【図2】 図1に示す制御装置の機能ブロック図である。

【図3】 図2に示すモータトルク制御手段の機能を説明するための機能ブロック図である。

【図4】 キャリア周波数と昇圧コンバータの温度との関係図である。

【図5】 図3に示す周波数設定部が生成する信号PWUのタイミングチャートである。

【図6】 キャリア周波数を切換える動作を説明するためのフローチャートである。

【図7】 図6に示すフローチャートのステップS4の他の動作を説明するためのフローチャートである。

【図8】 キャリア周波数と昇圧コンバータの温度との他の関係図である。

【図9】 この発明の実施の形態による電圧変換装置を備えたモータ駆動装置の他の概略ブロック図である。

【図10】 従来のモータ駆動装置の概略ブロック図である。

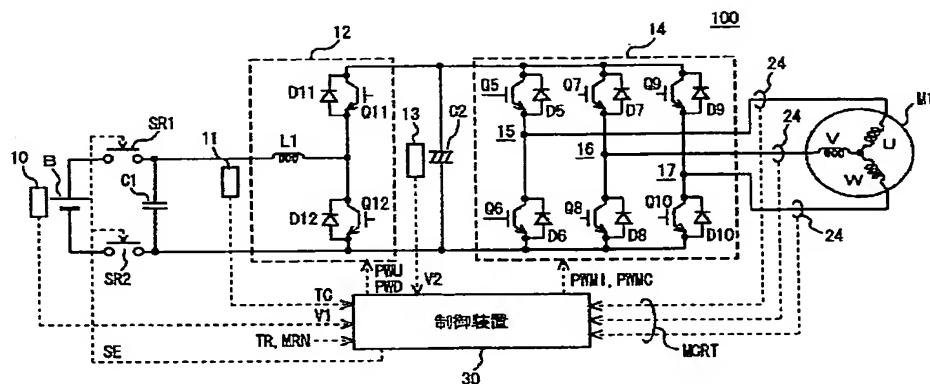
#### 【符号の説明】

1C, 13, 32C 電圧センサー、11 溫度センサー、12, 121 昇圧コンバータ、14, 33C インバータ、15 U相アーム、16 V相アーム、17 W相アーム、24 電流センサー、30 制御装置、4C モータ制御用相電圧演算部、42 インバータ用PWM信号変換部、5C インバータ入力電圧指令演算部、52 フィードバック電圧指令演算部、54 テニ

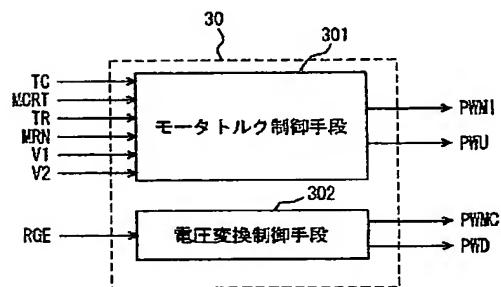
一ティ一比変換部、56 周波数設定部、60, 70  
直線、100, 200, 300モータ駆動装置、301  
モータトルク制御手段、302 電圧変換制御手段、  
310 双方向コンバータ、B 直流電源、SR1, S  
R2 システムリレー、C1, C2 コンデンサ、L1

～LN, 311 リアクトル、Q11～QN1, Q12  
～QN2, Q5～Q10, 312, 313 NPNトランジスタ、D11～DN1, D12～DN2, D5～D  
10, 314, 315 ダイオード、M1交流モータ。

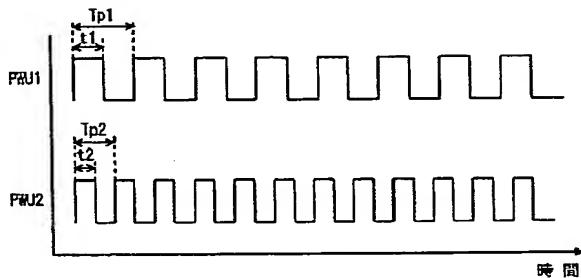
【図1】



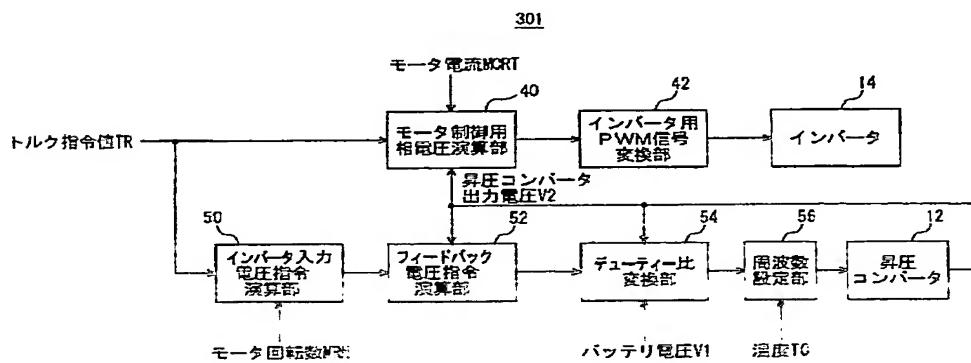
【図2】



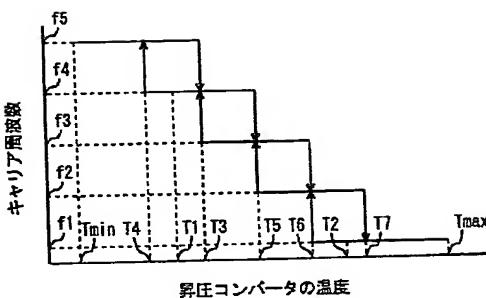
【図5】



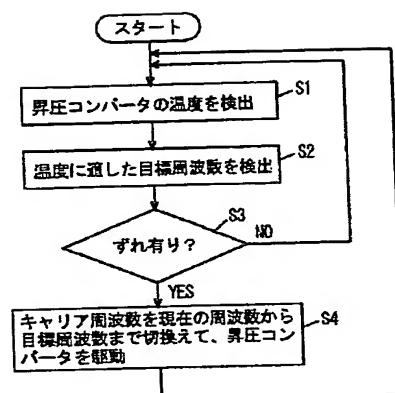
【図3】



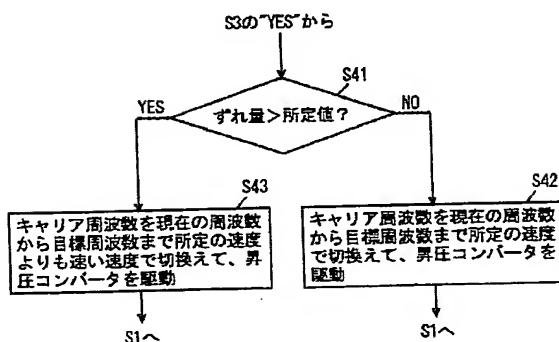
【図4】



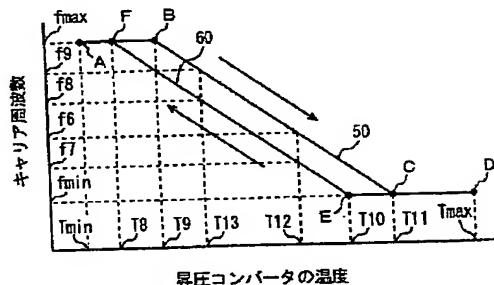
【図6】



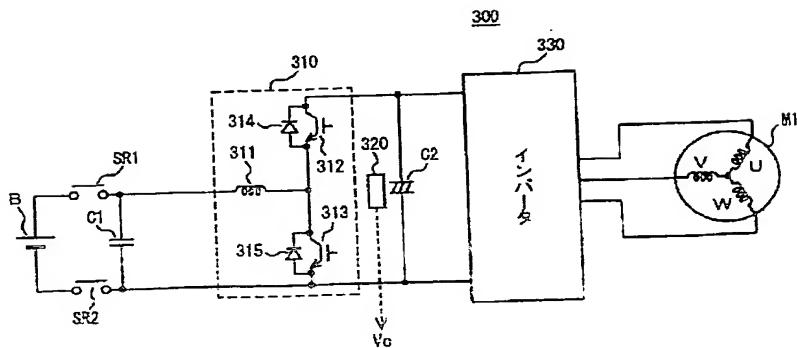
【図7】



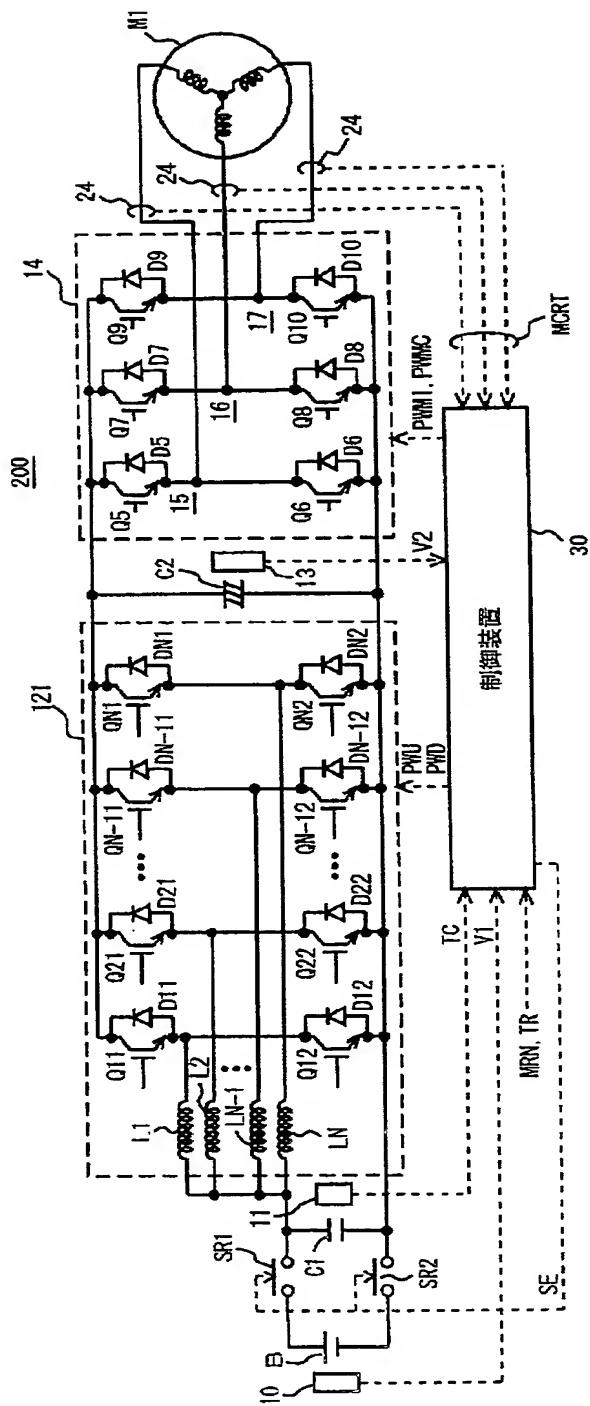
【図8】



【図10】



【図9】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5H115 PA05 PC06 PG04 PI16 P017  
PU08 PV03 PV09 PV23 QN03  
RB22 T030  
5H730 AA02 AA17 AS04 AS05 AS13  
BB14 DD03 FD03 FF09 FG05  
XX19 XX25 XX38